سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكَبيرة

٢٥

العَالَم يُبدِّل معَالِم وَجهِهِ

- زجَاج لا يجَرح
- آلات توليد العوَاصف
- الصوَر السِحرية على الشاشة الصَغيرة



منشورات مكتبة سمير

شارع غورو - بيروت

تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

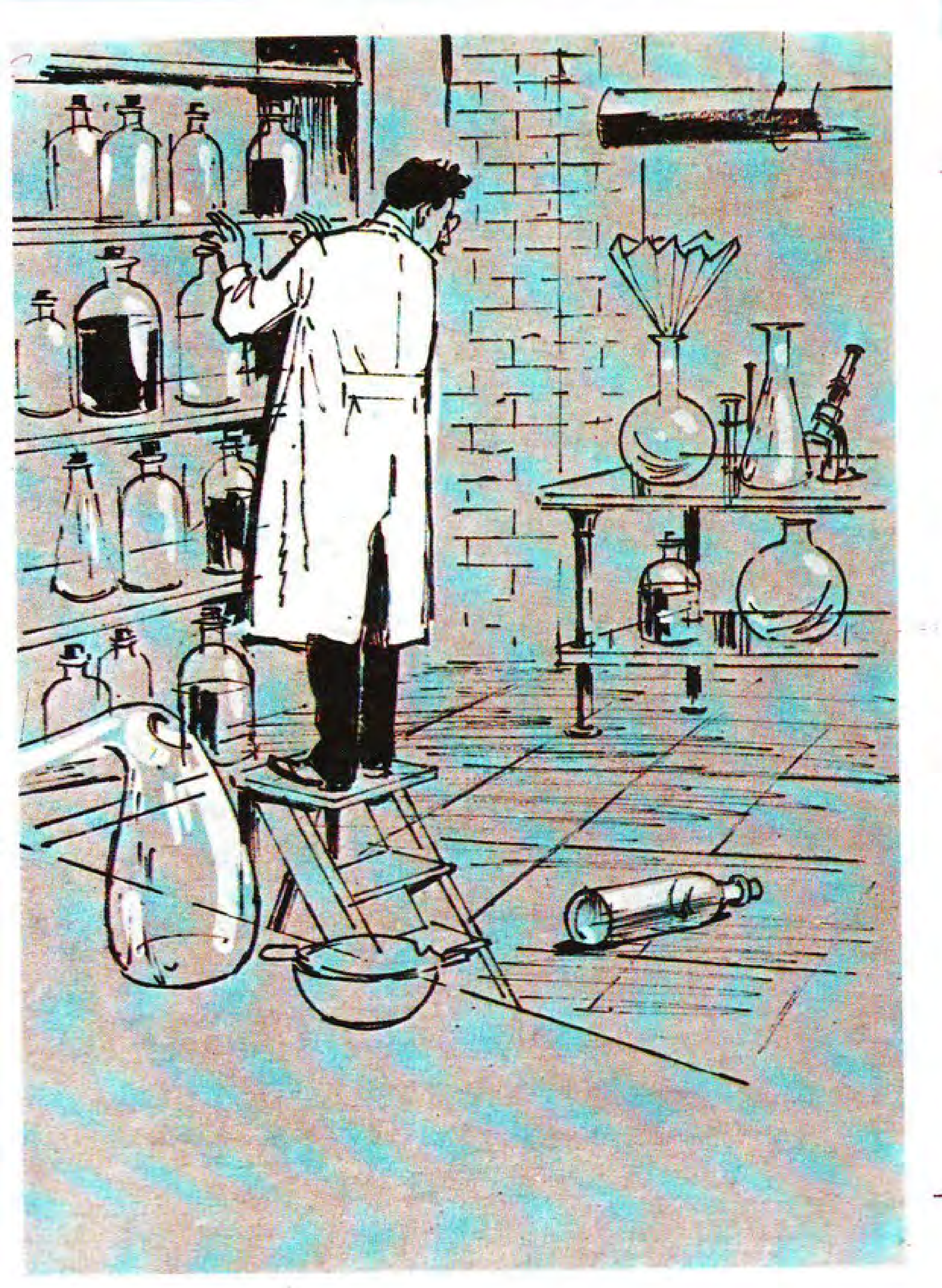
Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

كانت حوادث السيّارات معروفةً حتّى في « العصر الجميل » ، مع أنَّ السيارات كانت قليلةً ، ومع أنَّ السير كان بطيئاً . كانت الحوادث بحدِّ ذاتِها بسيطةً في الإِجمال ، إلَّا أنَّها كانت تغدو فاجعةً بتحطُّمِ أَلواح الزُجاج وبفعل شظاياها .

زجاج لا يجرح

ما أكثرَ الجِراحَ البليغةَ التي كانت تسبِّبُها قديماً شظايا[1] الزجاجِ المتَحَطِّم في السيّارات ، لدى الحوادثِ والاصطدامات !
أمَّا اليوم ، فقد وُفِّر عَلينا ذلك ، بفَضل رَجُلٍ يَحمِلُ اسمَ « بَنَدِكتُس » ، أَغفَلتِ القواميسُ تَدوينَ سيرته ، وحتَّى ذِكرَ اسمِه . إنَّه ، والحقُّ يُقال ، نِسيانٌ لا بُدَّ أنْ يُكَفَّرَ عنه[2] ، لأَنَّنا جميعاً نَدينُ لهذا الرجلِ بالكثير . . .

ملاحظة بندكتس الميمونة .



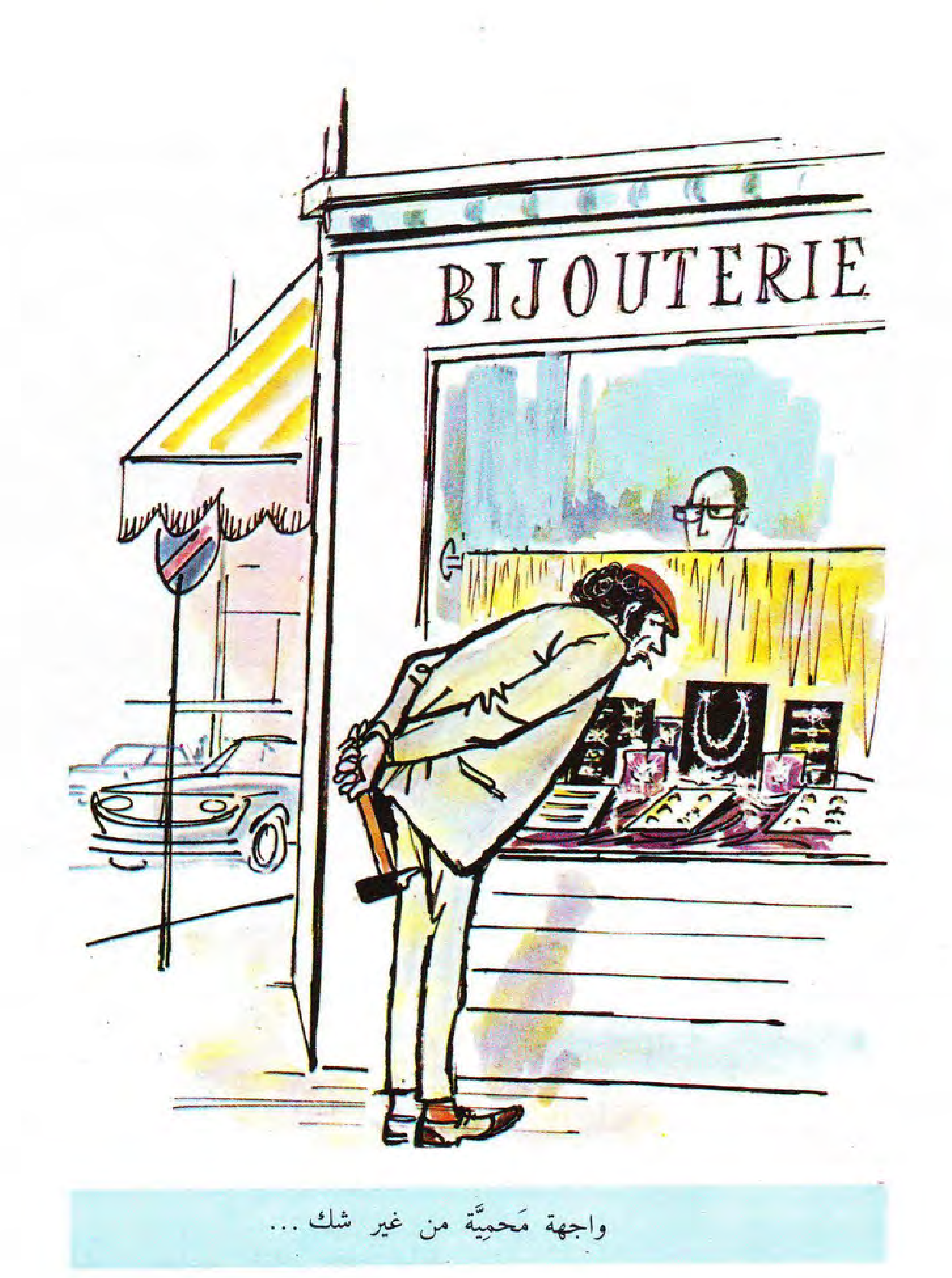
أمّا أساسُ هذا الإكتشاف البالغ النفع ، فحادثٌ تافِه[3] ، وقع في مطلعِ هذا القرن ، عامَ ١٩٠٣ . كان « بندكتس » في مُختَبره ، واقفاً على سُلَّم صغير ، يعمل على ترتيب القناني والزجاجات ، على الرفِّ الأَعلى من خِزانته ، حين أَفلتَتْ من يدِه زُجاجة ، فوقعَت على الارض . كانت الزجاجةُ ثقيلة تَتَّسِعُ لِلِيتر تقريباً ، ومع ذلك بدا لَهُ[4] أَنَّها لم تُصَبْ بأَذى . « كانت قد تشعَّرت من الداخل ، إلّا أَنَّها بَقيَتْ جامدةً متماسِكة ، وكأَنَّ حِزاماً داخِليّاً كان يَشُدُّ أَجزاءَها بعضَها الى بعض . » فحصَها « بندكتس » فحصاً دقيقاً ، وتذكَّر أنَّ الزجاجةَ كانت قد حَوَت ، منذ خمسَ عشرةَ سنةً محلولاً من السليلويد ، تَطايرت منه السوائلُ الحالَّة ، مع الوقت ، تاركةً على جدارِ الزُجاجة قشرةً من الميناء متينةً للغاية : كان تماسُكُ الشظايا من القوة ، عند الارتطام[5] ، بحيث لم تنفصل شظيَّة واحدة ، ولم تَتَعرَّضْ أخرى للانفصال ، حتّى بعدَ التحطُّم .

كتب الكيميائيُّ ، مُعَلِّقاً على هذا الحادث ، فقال : « أدركتُ حقيقةَ المَوقف بنظرة واحدة ، وحاولتُ أَلّا أنسى شيئاً من تلك الملاحَظةِ الطريفة[6] . لم أَعُدْ أُفكِّرُ بها الى اليوم الذي استرعى[7] فيه انتباهي حادثتان ، كان السببُ فيهما تحطُّمُ الزجاج في سيارتَين متصادمتَين . »

إذ ذاك ، خطرَ ببال بندكتوس أنْ يُطَبِّقَ ، على زجاج السيّارات ، ما كان قد لاحظَه صدفةً ، على زجاجته المقوّاة « ببطانة » السلولوز (الخَلَوِيَّة) . وهكذا ظهر ، سنة ١٩١٠ ، ما عُرِفَ بزجاج السندويش (المثَلَّث) ، المركَّب من ورقتَين من الزجاج ، مُلصَقتَين على ورقة من



لوح الزجاج الأمامي في سيارة ، وقد شعَّرتْهُ حصاة .



واجهة مَحمِيَّة من غير شك ...

مادّة البلاستيك ، وظيفتُها أنْ تُمسكَ شظايا الزُجاج في حالِ تحطُّمِه .

إذا ضاعَفْنا عددَ الأَوراقِ المَستُوفة – على أنْ تَتَوسَّطَ كلَّ ورقتَينْ من الزجاج ورقةُ بلاستيك – نَستطيعُ أن نحصَلَ على صفيحة لا يختَرقُها الرصاص ، مِمَّا تُفيد منه سَيَّاراتُ رُؤَساءِ الدُوَل ، وواجهاتُ محلَّاتِ الصياغة ، كما تُفيدُ منه لوحةَ

الجوكندا في مُتحَفِ اللُوفر . . . واعلَمْ ، على سبيل المثال ، أَنَّ صفيحةً من هذا النوع ، تبلغُ كثافتُها ٢٥ مِلِّمتراً ، تصمَدُ[٨] في وجه رصاصات المسدَّس الرشّاش ، أو مسدَّس « البَرابِلُّم » ، من عيار ٩ مَلِّمِترات .

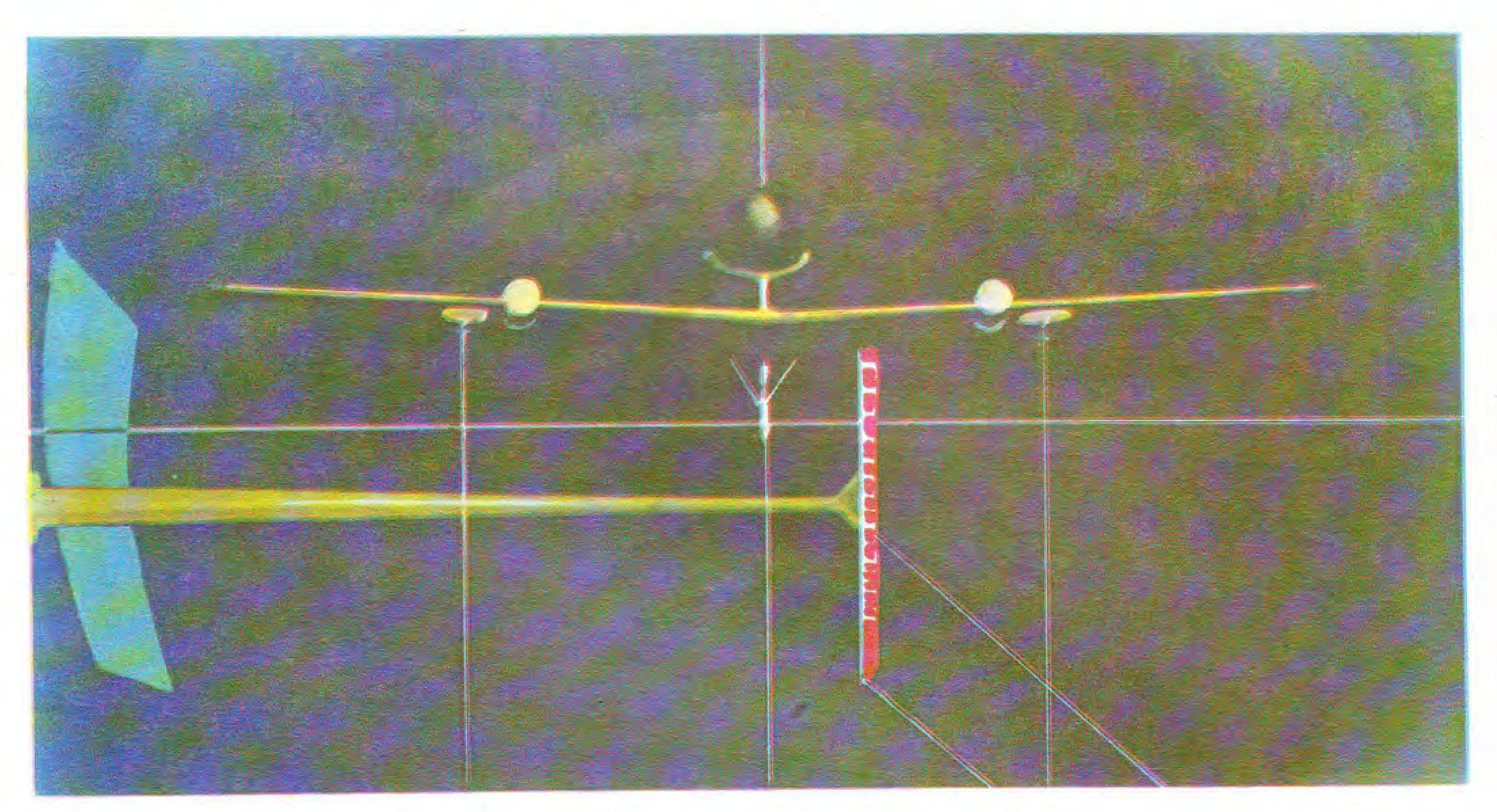
أُبدِلَ السليلُويد الذي استُعمِلَ أوّلاً ، بآسيتات السَّلّيلوز ، الذي حلَّ محلَّه «البوتيرال البوليفينيليك » . ثمَّ اكتُشِفَ محلولٌ[٩] مجدٍ آخر ، استُعمِلَ في الزجاج المضمون ، « السيكوريت » ، الذي تُسقَى أَلواحُه سقاية[١٠] .

التفسير

١ – شظايا : جمع شظيَّة : قطعة متطايرة من زجاج أو قنبلة .
٢ – كفَّر عن خطيئته : عوَّضَ عنها .
٣ – حادث تافه : بسيط ، عارض .
٤ – بدا له : ظهر له ، تبيَّن له .
٥ – ارتطام : مصدر إرتطم : صَدَم بشيء .
٦ – الطريفة : الغريبة ، الجديدة .
٧ – إستَرعى انتباهي : لفتَ انتباهي .
٨ – صَمَدَ يصمَدُ : ثبت .
٩ – مُجْدٍ : نافع
١٠ – سقى اللوح سقايةً : غطَّسه بالماء وهو ساخن ليَمْتن .

الأسئلة

١ – أيَّ خطر كان يشكِّلهُ الزجاج في السيّارات ؟
٢ – من اكتشف زجاج الأمان ؟ هل نال حقّه من الشهرة ؟
٣ – كيف اكتشف بندكتس زجاج الأمان .
٤ – لماذا لم تتناثر شظايا الزجاجة المكسورة ؟
٥ – ما المناسبة التي دفعتْ بندكتس الى الإفادة من اكتشافه !
٦ – كيف يُصنعُ الزجاجُ المقوَّى المصفَّح ؟
٧ – ما هو زجاج السيكوريت ؟



قياس الضغوط التي يَتعرَّض لها مُجَسَّم طائرة .

آلات توليد العواصِف

إنّ «غُستاف إيفل» (١٨٣٢ – ١٩٢٣)، أبَ أَشهرِ الأَبراجِ إِطلاقاً ، هو الذي أَنشأَ في مدينة « أُوتيل » ، عامَ ١٩١٢ ، أَوَّلَ مُختبَرٍ لعلمِ الحرَكة الهوائيَّة ، ستُجرى فيه الاختباراتُ المتعلِّقةُ بالطيران الناشِيء . وله يعودُ الفضلُ في بناءِ العَصَّافَة الأولى التي مَكَّنَتْهُ من وضع المبادِيء الأَساسيّة التي قامَت عليها المُنشآتُ الحديثة . وغنيٌّ عن البيان[١] ما بلغتْهُ هذه المُنشآت من قوَّةٍ خارِقة ، في تَلْبِيَةِ مُتطَلَّبات البناء الجَوِّيّ الحالي ، تحتَ شِعار السرعة العالية (الفوق صَوتيّة) والعاليه جدّاً (الفرطِ صوتيَّة)[٢] التي تُثيرُ مُشكِلاتٍ كثيرة .

في فرنسا اليوم ، وفي العالم ، عصّافاتٌ كثيرة ، أَشهرُها عصّافةُ « شالي – مودرن » التابعة لمصلحة الدروس والبحوث الهوائيّة الفضائيّة ، وعصّافة « مودان أَفْرِيُو » التابعة لمؤسَّسة « سان سير » الهوائيّة التِقَنِيَّة .

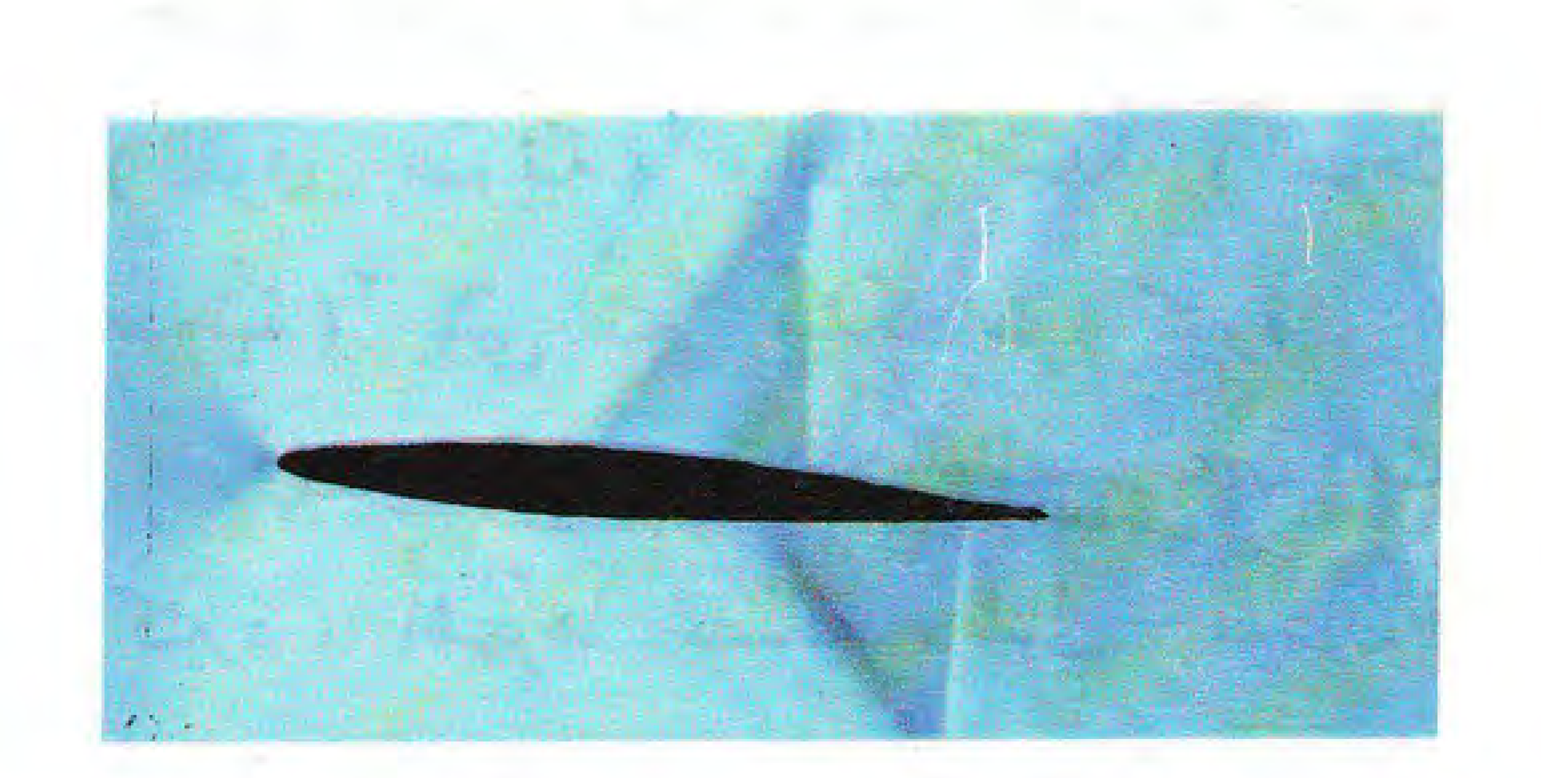
سنخُصُّ بالذكر ، في هذا المجال ، عصّافةَ « مودان أَفرِيو س ٤ م ١ (S4 MA) الفرطَ صوتيَّة hypersonique ، التي دُشِّنت عام ١٩٧٠ ، والتي تُعتَبر واحدةً من أَعظم العَصَّافات في العالم .

تَقدِرُ عَصَّافةُ « س ٤ م ١» أَنْ تُحدِثَ عَصَفاتٍ تَستغرقُ[4] ٣٠ ثانية ، وتفوقُ سرعتُها سرعةَ الصوت ما بين ٦ مرّات و ١٤ مرّة . ومثلُ هذه السرعة تفوق الى حدٍّ بعيد سرعة أَعنفِ العواصف !

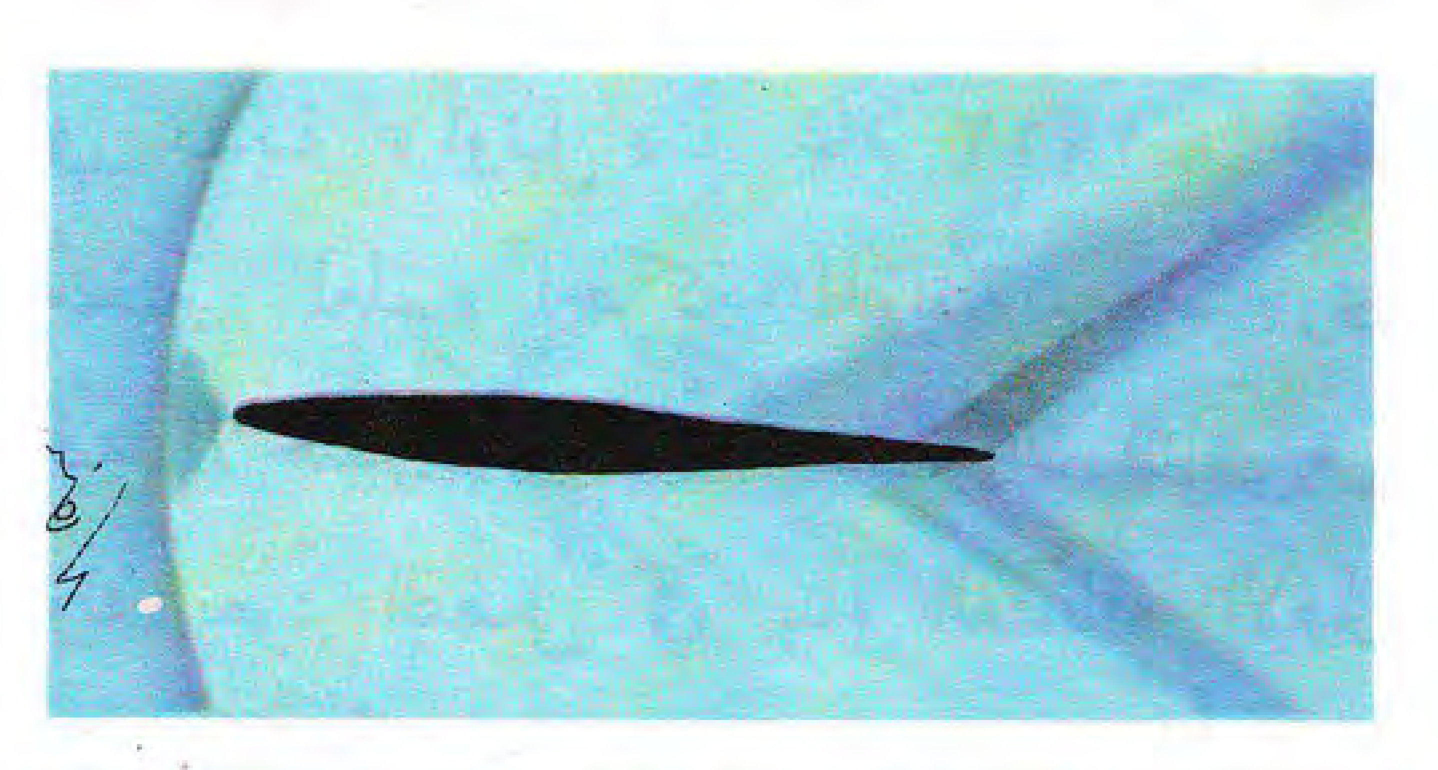
إن مركزَ « مودان » الذي يَشمَل ثَلاثَ عصّافاتٍ أُخرى ، يَستَمِدُّ طاقتَه[3] المحرِّكة الرئيسة ، من شَلّال « أُوسُوا » ، ذي السَدَّين اللذَيْن يَجمعان احتياطيًّا من الماء ، قدرُه ١٢ مليون متر مُكَعَّب . ميزةُ هذه العصّافات أَنَّها لا تستمِدُّ طاقتها من محرِّكاتٍ كهربائيَّة ، بل من مَراوحَ أو ضاغِطات تُحرِّكُها ، بصورة مباشِرة ، تُربيناتٌ مائيَّةٌ ضخمة ، من طراز « بِلتون » .

الّا أنَّ هذه السرعةَ لا تُعتَبَر زائدة ، إذا أُريدَ تأمينُ الشروطِ الخارِقَة التي تَدخُلُ فيها الصواريخُ والكُبسولاتُ الفضائيَّة جوَّ الأرض ، تأميناً صحيحاً . . . ولقد فَرَضَت هذه المُتَطَلَّباتُ الصارِمة تشغيلَ أَجهزةٍ ومَعَدّات غايةٍ في التَعقيد .

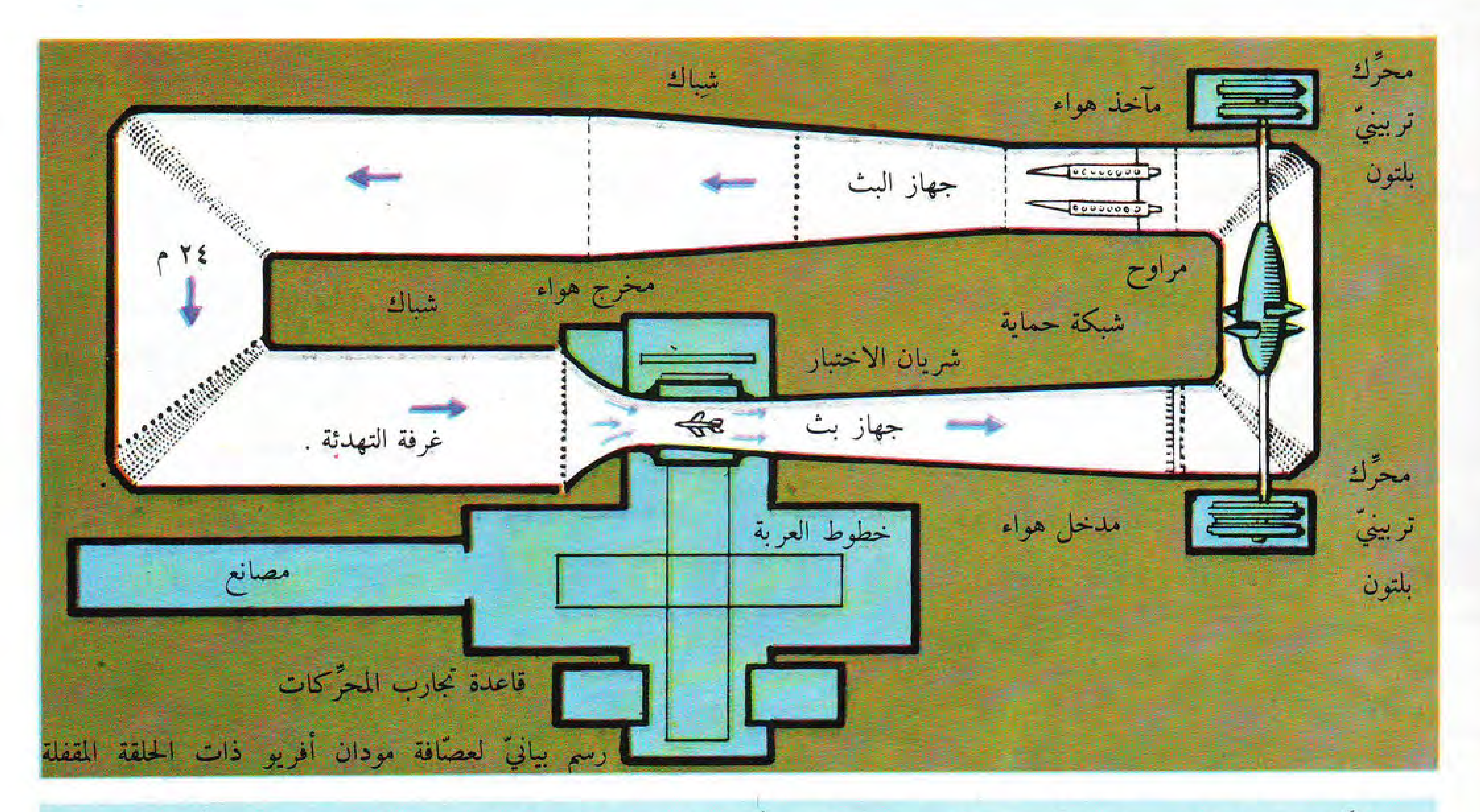
من ذلك ضَرورةُ تَسخينِ الهواء تحتَ ضغطٍ فائق ، في أَربعين قارورة[5] ، قبل أنْ يُطلَقَ في « شِريـان الاختِبـار» ، ذاك



إنسيابٌ منظور للسائب الغازيّ حولَ مَقطَعِ جَناح ، في سرعةٍ تقلُّ عن سرعة الصوت : تبدو مَوجاتُ الصدام بلونٍ داكن ، على السطحين الأعلى والأسفل .



سرعة انسياب الهواء تساوي سرعة الصوت . موجة صِدام مستديرة . تبدو على طرف مقطع الجناح موجتا صدام متباعدتان مستقيمتا الإتجاه .



مخطَّط بياني لعصّافة « مادون أفريو » ذات الحلقة المغلقة . تُرى حَول شِريان الاختبار ، منشآت ضخمة كثيرةُ التعقيد .

الدهليز الذي تُوضَعُ فيه المُجَسَّماتُ المُرادُ درسُها . ولو لم يُسَخَّن الهواءُ ، لَبَرَدَ لدى إطلاقِه حتّى دَرجةِ السَيَلان . هكذا إذاً ، يُلجَأُ الى سَخَّانة تراكُميَّة ، تَحوي ١١ طنّاً من كُلَلِ الألومين النقيّة ، تَرفعُ حرارةَ هواءِ العَصْفَة الى ١٥٠٠ درجة مِئويَّة .

جُعِلَت هذه المناوَرات كلُّها آليَّة ؛ ووُضِعَت هذه التجهيزات[٦] كلُّها ، توفيراً للسلامة ، تحتَ سطحِ الأرض ، في حُفَر وخنادقَ محفورةٍ في صُلبِ الصخر ؛ ومُنِع الموظَّفون من دخولِ هذه الأَماكن مَنعاً باتّاً ، في أَثناءِ التجارب .

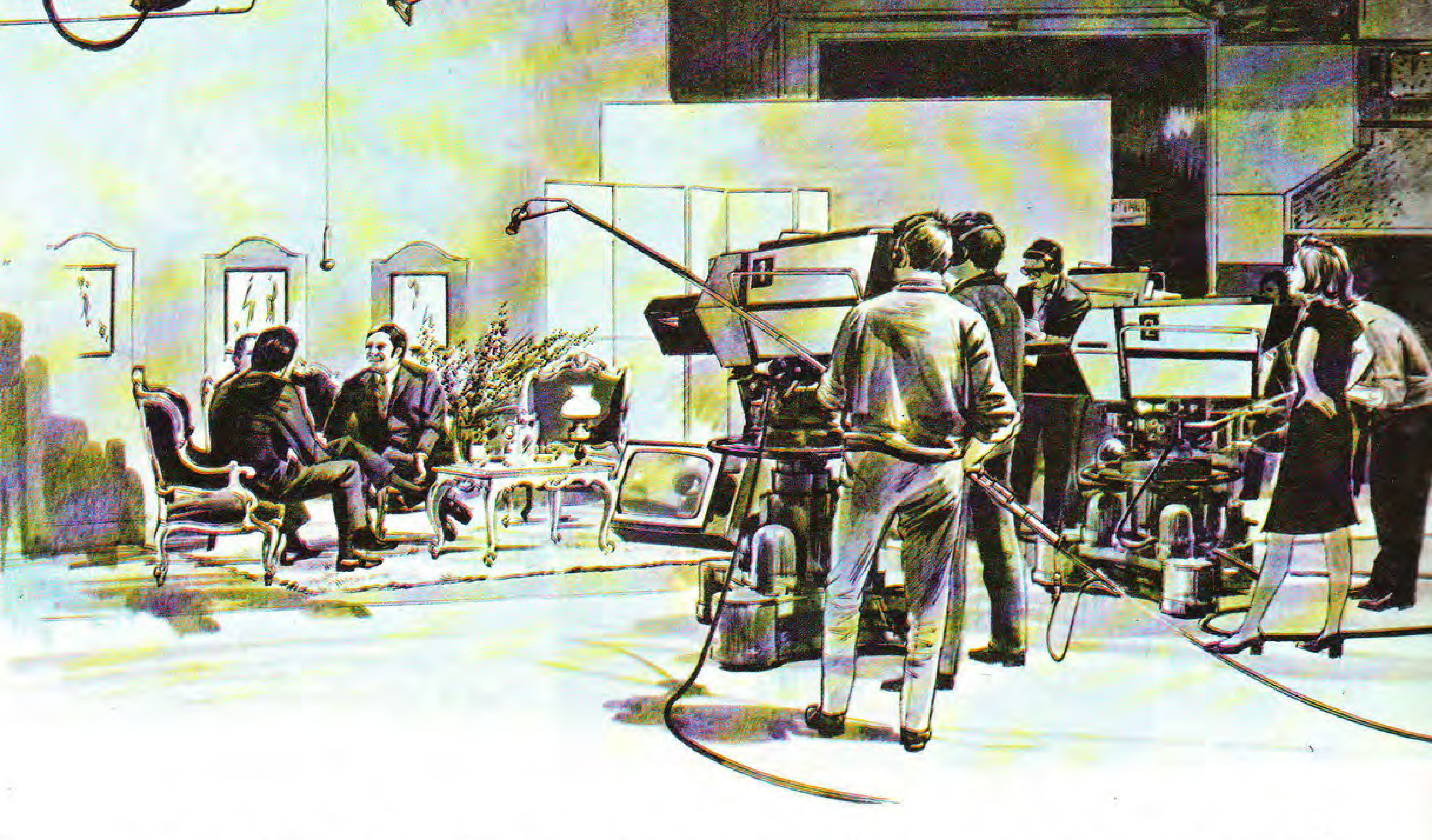
هذا ولا يَشهدُ العواصِفَ الخارقةَ الهائلة المصطَنَعة ، إلّا أَجهزةُ التسجيلِ المُتعدِّدة ، المبثوثةُ[٧] هنا وهناك ؛ فهي تجمَعُ المعلوماتِ النافعةَ المُتعلِّقَةَ بتَصرُّف المجسَّمات ، لدى إخضاعها لتأشيرات العَصَفات عندما ينفتح فم الريح المخيفة ، في الدِهليز .

التفسير

١ – غَنِيٌّ عن البيان : واضح .
٢ – السرعة الفرط صوتيَّة : التي تفوق سرعة الصوت عدّة مرّات .
٣ – يستمِدُّ طاقتَه : يأخذ قوَّتَه .
٤ – تستغرقُ وقتاً : تستَمِرّ ، تدوم .
٥ – قارورة : قِنِّينة .
٦ – التجهيزات : الآليَّات .
٧ – المبثوثة هنا وهناك : المُوَزَّعة هنا وهناك .

الأسئلة

١ – ما فضل إيفل على عِلم الحركة الهوائِيَّة ؟
٢ – ما هي العصّافة ، وما هي منافعُها ؟
٣ – أيَّ عصَّافةٍ يصف الكتاب ؟
٤ – من أين وكيف يستمدُّ مركز مودان طاقتَه ؟
٥ – ما هي قدرةُ عصّافة س ٤ م ا (S4MA)
٦ – لماذا يُسَخَّن الهواءُ في العصّافة ، قبل إطلاقه ؟
٧ – كيف تُؤَمَّن سلامةُ العاملين في المركز؟



أحد استوديوهات التلفزيون الفرنسي ORTF مشهد من مشاهد التصوير بواسطة كاميرا من آخر طراز، ذات مظهر كلاسيكيّ معهود، مع هراوة لاقط الصوت والأجهزة العاديّة الاخرى. ولكن الموضوع هو التقاط المشاهد بالألوان، ولذا اتخذت الملابس وقطع الديكور الواناً خاصّة، وكان ماكيّاج الأشخاص اكثر اعتدالاً، وكانت اضواء المصابيح معدّلة تعديلاً خاصًّا.

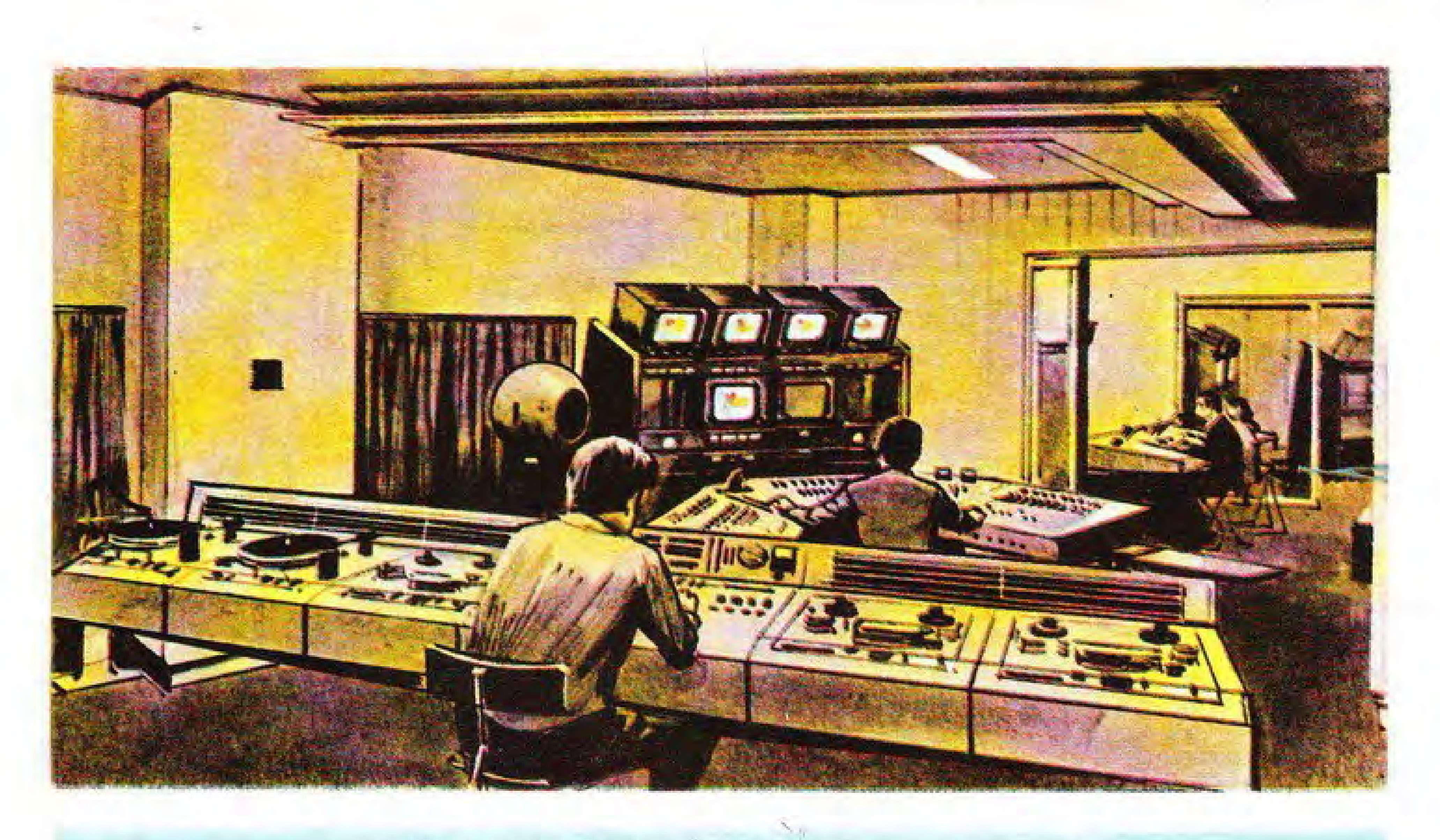
الصُوَر السِحريّة عَلى الشاشة الصغيرة

عندما توصّل « ادوار بلين »، بواسطة « البلينوغراف »، الى نقل بعض الصوَر، في سلك، ثمَّ على الموجات، كان موضوع تجاربه صوراً جامدة توفّر « له » كلَّ ما يحتاج اليه من وقت، لتحليلها[1] الى نقط مختلفة الأضاءَة، ولتحويلها الى اشارات كهربائيّة مختلفة القوّة، قادرةٍ، لدى الاستقبال، على ان تُعيدَ الصورة الاساسيّة.

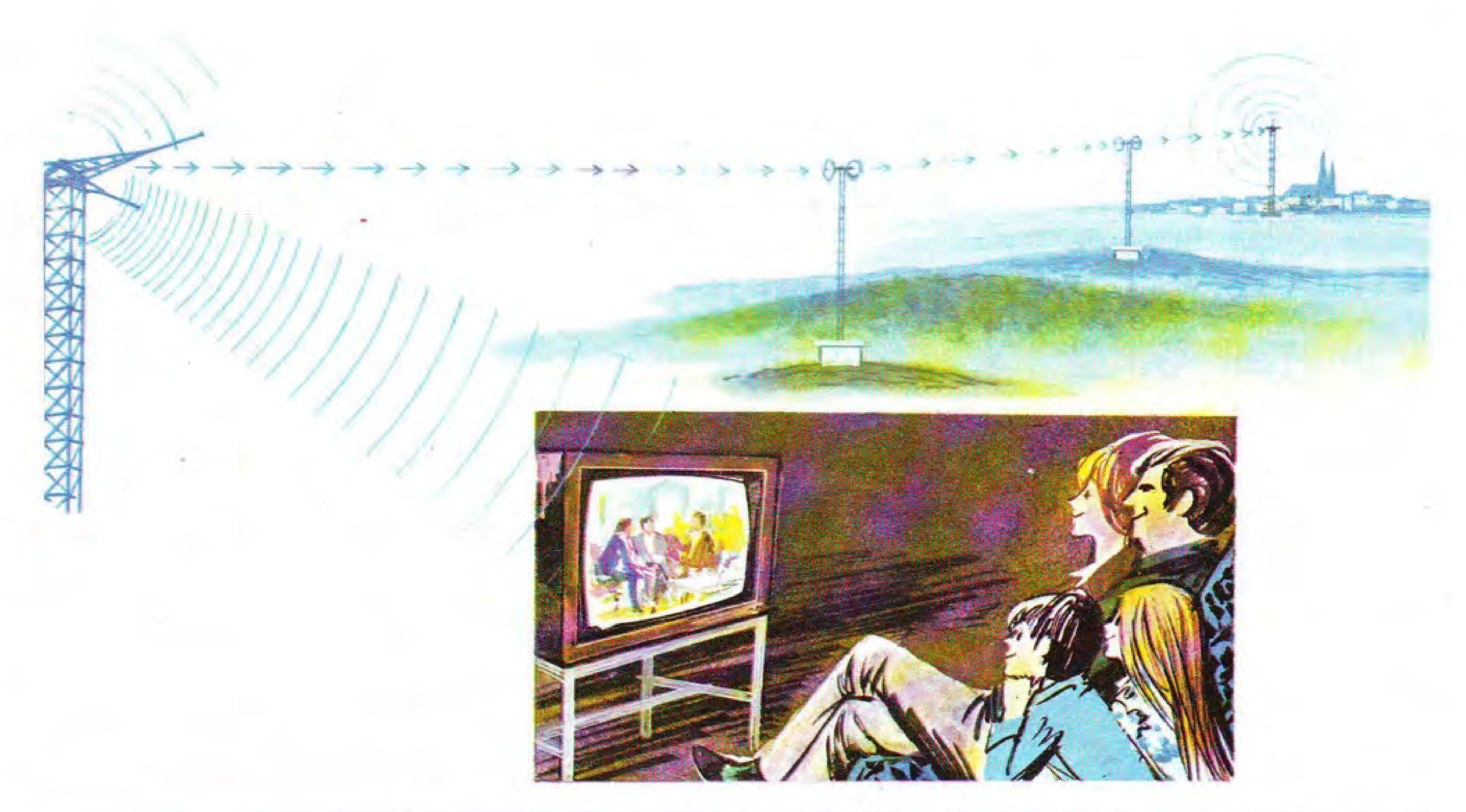
ولكن المسألة تعقّدت كثيراً، عندما ارادوا نقل صور المواضيع المتحرّكة ؛

لانَّ الامر كان يفرض نقل ما يتراوح بين اثنتي عشرة ، وست عشرة صورة في الثانية الواحدة ، وذلك لأعطاء العين شعوراً باتِّصال الحركات . كان لا بدّ من القيام بابحاث كثيرة ، ولم تُؤَمَّن درجةُ الكمال الحاليّة ، الّا مرحلةً بعد مرحلة . وما اكثر الاسماء التي يمكن ان تُذكَر في هذا المجال !

يُعتَبر الاسكتلندي « جون بيرد » احدَ هؤلاء الروّاد[٢] الكبار . فقد استطاع ، عام ١٩٢٤ ، أن ينقل من إحدى غرف بيته الى غرفة اخرى ، طيفاً[٣] مبهماً متراقصاً لصليب من صلبان مالطة . وفي السنة التالية ، غمرته موجة عنيفة من البهجة ، اذ رأى ملامح دمية قديمة، كان قد وضعها امام جهاز الارسال منذ اشهر ، ترتسمُ على شاشة جهاز استقباله ؛ وكان ، حتى تلك اللحظة ، لم يستطع ان يتبيّن منها الّا ثلاث لطخات سوداء تشير بغموض الى العينين والفم . كان لا بدّ له من ان يُجري الاختبارَ في الحال على وجه بشري ؛ فسرعان ما هبط السلّم ، واندفع في مكاتب الطبقة الدنيا[٤] ، ليَتشبّث[٥] بأول رجل صادفه ، فيرغمَه على الجلوس تحت مصباح ساطع النور ، فيما اندفع هو نحو الغرفة المجاورة . ولشدّ ما كانت خيبتُه كبيرة ، إذ رأى الشاشة خالية . ذلك ان الفتى ، وقد استبدّ به[٦] الرعب ، كان قد ابتعد ما استطاع



غرفة المراقبة والتضخيم في المركز الفرنسيّ للراديو والتلفزيون .



الإرسال ، والنقل يؤمّنه الى الأماكن النائيّة مرحّلات هيرتزيّة . —
كبسة زر ... واذا بنافذة صغيرة تنفتح على المشاهد كلّها : مشاهد الطبيعة والفن ، في معرض لا نهاية له من الاشكال والالوان ، والاصوات ، والأحاديث ، والأغاني والموسيقى ...

عن تلك العدّة الغريبة المقلقة . فبادر اليه « جون بيرد » ، وشجّعه بنصف جنيه ذهبيّ ، فقبل البقاء هادئاً في المكان الموافق . ورأى « بيرد » ، بعين ملؤها الغبطة ، وجهاً بشريّاً يتحرّك للمرّة الأولى على « مرآته السحريّة » .

سنة **١٩٢٦** ، قام « بيرد » باوّل عرض لجهازه في لندن ، ناقلاً صورة صغيرة حلّلها في ٢٨ سطراً ، وألقاها عبر الثقوب المصفوفة في خط لولبيّ[٧] على اسطوانة دائرة ، وهو الجهاز الذي كان قد اخترعه الالماني « بول نِبكو » . وسنة **١٩٢٩** ، أذيعَت أوّل صور تلفزيونيّة ، في بريطانيا ، بواسطة جهاز « دافنتري » للأرسال ، وذلك على ثلاثين سطراً . وسنة **١٩٣١** ، اخترع العالم السوفياتي « زوريكين » « الأيكونو سكوب » ، انبوب التحليل المشتمل على فسيفساء من الخلايا الصغيرة المتأثّرة بالنور ، وهو اوّل كاميرا إلكترونية لألتقاط الصور . وعام **١٩٣٢** أذيعت اوّل برامج تلفزيونيّة فرنسيّة ، بواسطة مجموعة الأجهزة التي ابتدعها رينه برتيليمي » . كان عدد الاسطر المعتمدة قليلاً لا يتعدّى الثلاثين ؛ الّا أنَّ

عدد هذه الاسطر سيتضاعف عمّا قليل ، فينتقل الى ١٨٠ ، ثم الى ٤٥٥ ، واخيراً الى ٨١٩ (١٩٤٩) : وعندها ستغدو الصورة واضحة كلّ الوضوح .

يبقى ثلاثة تواريخ هامّة لا بدّ من ذكرها : ففي ٢ حزيران ١٩٥٣ ، باشرت شبكة « اوروفيزيون » التي تشمل بريطانيا العظمى ، وفرنسا ، وبلجيكا ، وهولندا ، والجمهوريّة الفدرالية الالمانيّة ، والدانمارك ، ببثّ برامجها ، وذلك بمناسبة تتويج ملكة انكلترا . وفي تموز ١٩٦٢ أُذيعَت برامجُ « موندوفيزيون » الأولى ، بواسطة القمر الاصطناعي تلسْتار . وسنة ١٩٦٧ ، قدِّم للجمهور ، في الصالون الدولي للراديو والتلفزيون ، في باريس ، التلفزيونُ الملوَّن ، الذي كان « جون بيرد » قد قام ببعض تجاربه عام ١٩٢٨ ، والذي ضبَط أصولَه في فرنسا ، على طريقة سيكام ، العالِم « هنري دي فرانس » .

التفسير

١ – تحليل : مصدر حلّل : عاد بالشيء الى عناصره وأجزائه .
٢ – الروّاد : المكتشفون .
٣ – طيف : خيال .
٤ – الطبقة الدنيا : الطابق السابق .
٥ – تشبثّ بالشيء : تمسّك به .
٦ – استبدّ به : تسلّط عليه
٧ – لولبي : يدور على ذاته مرّة بعد مرّة .

الأسئلة

١ – أيّ نوع من الصوَر نقل « بليني » أوّلاً ؟
٢ – ما هي الطريقة التي اتبعها ؟
٣ – ما هو الاختبار الذي قام به « جون – بيرد » عام ١٩٢٤ ؟ هل كانت الصورة واضحة ؟
٤ – ايّة مفاجأة كانت تنتظره في السنة التالية ؟ ماذا فعل ؟
٥ – ما هو « الايكونوسكوب » ؟ ومن اخترعه ؟
٦ – متى ستغدو الصورة التلفزيونيّة واضحة كل الوضوح ؟ لماذا ؟
٧ – ما دور التلستار في التلفزيون ؟
٨ – ما هي طريقة سيكام ؟ من ضبط أصولها ؟ أي شركة تعتمدها في لبنان ؟

ولادة حضارة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة : من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرّرنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ الى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ - "دولاب بسكال" جد الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة الى الدبابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط.

من الحرف اليدوية الى الصناعة

١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من "السلحفاة" الى "الصاعقة"
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة "كونيو" البخارية الى سياراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل "فرنكلين" • من المنطاد الى البالونات الفضائية.
١٣ - تلغراف "شاب" • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدراجة الأولى وذريتها.
١٤ - بطارية "فولتا" • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية.
١٥ - "لينيك" و "الستيتسكوب" • علب المحفوظات التي تعد بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء.
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدر.

العالم يبدل معالم وجهه

١٨ - الديناميت للسراء والضراء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن.
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي الى الالكتروفون
٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة.
٢٣ - من الفناكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة.

من الذرة الى الفضاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الأنبيق القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ التزنزيستور والتزنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ، والمناطيد والغواصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع : من القاطرة والسكة الى عيدان الثقاب ، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي ، ومن الدراجة الى التربينة ...

تأليف : ف. لوت
رسوم : ب. بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة

Copyright: Librairie Hachette.